

(I - 9) 桁端部に緩衝装置をもつ免震橋梁の地震時挙動に関する解析的研究

○武蔵工業大学工学部 学生会員 高嵯 太一
武蔵工業大学工学部 非会員 池田 健次郎
武蔵工業大学工学部 正会員 皆川 勝

1. はじめに

免震支承を用いた橋梁では、地震時の上部構造の応答加速度が減少し下部構造に伝わる慣性力を低減できる。しかし、大規模な地震の場合橋桁の応答変位が大きくなってしまうため桁掛け違い部での隣接桁間衝突や橋台部での桁との衝突が生じ、場合によっては落橋や支承及び橋脚の損傷が生じる可能性がある。そこで、本研究では桁間衝突を緩和する落橋防止システムとして鋼製あるいはゴム製の緩衝装置を桁端部に設けた場合の桁にかかる衝突力の低減効果、緩衝装置のエネルギー吸収効果について解析的に検討を行った。

2. 解析概要

解析には、3次元動的応答解析システムであるTDA P IIIを用い、非線形2次元骨組時刻歴応答解析を行った。入力地震波としては、JR鷹取駅付近で観測された加速度波形を使用した。

対象構造物は、橋脚高さが20m、支間長50mの2径間の免震橋とし、上部構造は2径間で重量1300tの鋼箱桁、下部構造は鋼製橋脚(断面積: 2200cm²、断面2次モーメント: $2.4 \times 10^7 \text{cm}^4$)とした。緩衝装置は、図-1、2に示すように中間桁端部と橋台部の3ヶ所に取り付けることとした。鋼製緩衝材は、 $\phi 70 \times 6 \times 180$ (STKM13A)の鋼管とし、ゴム製緩衝材は150×50×180(クロロブレンゴム)の正方形断面とし、それぞれ1箇所に2個ずつ設置することとした。

本研究では、緩衝装置の動的特性に焦点を絞るため対象構造橋を2次元モデルとして取り扱い、地盤及び橋脚の塑性変形は無視した。そこで橋脚と地盤との接触面を完全固定し、上部構造と橋脚を共に弾性はり要素とした。免震支承はばね要素としバイリニアモデルを使用した。解析モデルを図-3に示す。

鋼製モデルには、非対称バイリニアばねモデルを用いた。弾性剛性、降伏荷重及び変位については、荷重載荷実験のデータ¹⁾を用いた。図-4に載荷実験により得られた鋼製緩衝材の荷重変位関係を示す。ゴム製緩衝材については、塑性変形が大きくないことから非線形弾性モデルとした。緩衝材と桁の間には、隙間と衝突を表現するための仮想的なバネ²⁾を挿入した。

4. 結果及び考察

表-1に橋台に設けた緩衝材にかかる最大衝突荷重、エネルギー吸収量、桁の最大応答変位を示す。これより、緩衝材なしの衝突力と比べてゴム製、鋼製共に衝突力を大幅に低減できている事がわかる。また、緩衝材を持つ構造において、ゴム製よりも鋼製緩衝材の方がエネルギー吸収量が多い。そのために最大衝突力も鋼製の方が小さくなっている。これは鋼製緩衝材の塑性変形によるエネルギー吸収量の差であると考えられる。

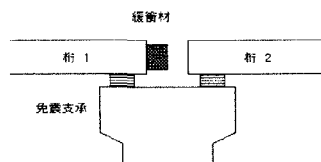


図-1 桁間の緩衝材

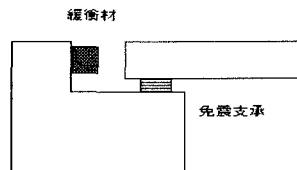


図-2 橋台部の緩衝材

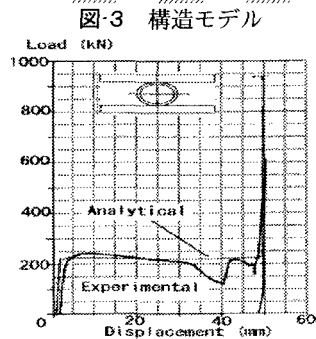
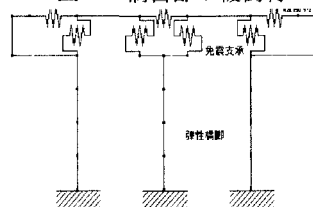


図-4 鋼製緩衝材の荷重変位関係

キーワード: 免震橋, 緩衝材, 衝撃荷重

連絡先: 武蔵工業大学工学部 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 Tel&Fax: 03-5707-2226

図-5、6 にゴム製及び緩衝材に作用する衝突荷重、および桁中央の水平変位の時刻歴を示す。これらの結果より桁の応答変位は衝突力によって大きくなり、その反動で再び大きくなっている。しかし鋼製緩衝材はゴム製に比べてその反動が小さい結果となった。これは、図-7、8 に示した各緩衝材の荷重－変位曲線が示すように、鋼製緩衝材は荷重が一定で変形が進む範囲で衝突力を吸収できるのに対して、ゴム製緩衝材は弾性的ため吸収できずに反動を大きく低減することができなかったことによると考えられる。

今回の構造モデルにおいては、桁掛け違い部での桁同士の衝突が起こらなかった。これはそれぞれの橋が同じ構造、振動特性であるため、左右の橋台部で衝突が起きて振動特性が変わらない限り桁掛け違い部での衝突は起こらないためと考えられる。

5. 結論

今回の結論として、塑性変形によって高いエネルギー吸収性能、衝突力の低減効果、さらには桁応答変位の減少化の面において、鋼製緩衝材はゴム製緩衝材より優れていると言える。ただしゴム製緩衝材については、塑性変形は大きくないものの完全弾性ではないことを考慮してより精度を上げた解析を行う予定である。

表-1 緩衝材及び桁の応答結果

材質	桁最大応答変位		最大衝突力		エネルギー吸収量
	桁 1 (左側) cm	桁 2 (右側) cm	掛け違い部	橋台部	
ゴム	+21.5	+21.8	0	56.3 tf	0.725tf-m
	- 16.7	- 24.4			
鋼製	+21.8	+21.9	0	42.0 tf	1.14tf-m
	- 16.7	- 23.7			

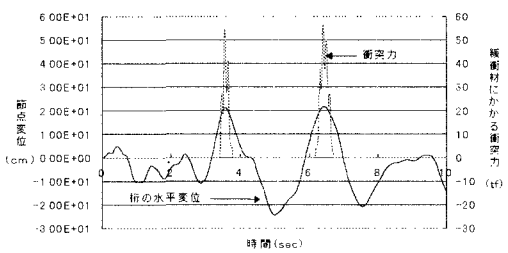


図-5 衝突力と桁応答変位の関係(ゴム製緩衝材)

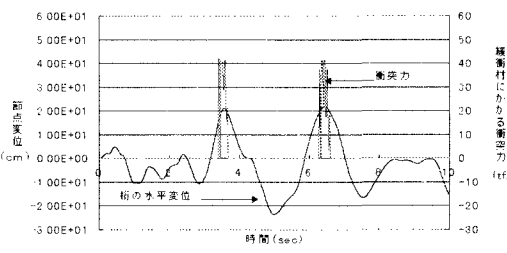


図-6 衝突力と桁応答変位の関係(鋼製緩衝材)

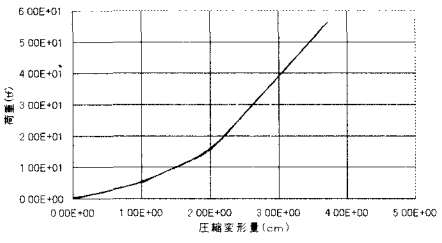


図-7 荷重－圧縮変形量の関係(ゴム製緩衝材)

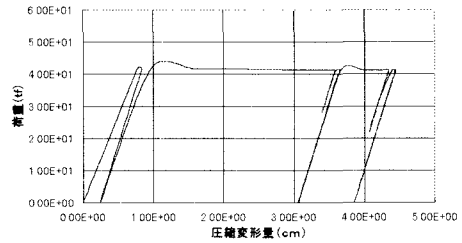


図-8 荷重－圧縮変形量の関係(鋼製緩衝材)

<参考文献>

- 1) 鋼橋技術研究会耐震免震研究部会 報告書, pp. 77-144, 1999. 11.
- 2) 川島一彦・庄司学: 衝突緩衝用落橋防止システムによる桁間衝突の影響の低減効果, 土木学会論文集 No. 12/I-46, pp. 129-142, 1999. 1.